

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 07-201962

(43)Date of publication of application : 04.08.1995

(51)Int.Cl.

H01L 21/68

B23Q 3/15

H02N 13/00

(21)Application number : 06-266486

(71)Applicant : INTERNATL BUSINESS MACH CORP  
<IBM>

(22)Date of filing : 31.10.1994

(72)Inventor : BARNES MICHAEL S  
KELLER JOHN HOWARD  
LOGAN JOSEPH S  
RUCKEL RAYMOND R  
TOMPKINS ROBERT E  
WESTERFIELD JR ROBERT P

(30)Priority

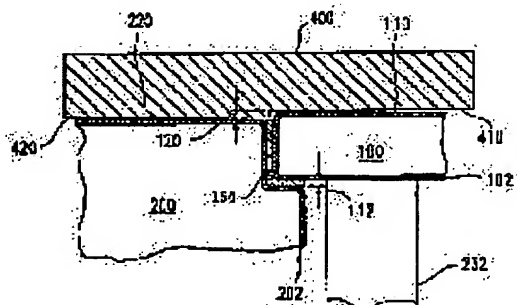
Priority number : 93 169911 Priority date : 20.12.1993 Priority country : US

## (54) ELECTROSTATIC SHUCK DEVICE AND ITS MANUFACTURE

(57)Abstract:

PURPOSE: To obtain superior insulating characteristic, to obtain a flat clamp surface, and to form a high clamp force for a work piece by machining an element part, forming an anode oxidized insulating surface, and operating assembly by using a mount.

CONSTITUTION: The outer diameter size of electrodes 100 and 200 is rough machined, the recessed parts are finished by machining, and the vertical surface and the bottom part of the electrode 100 are finished by machining. Then, oxidized surface layers 102 and 202 are formed on the electrodes 100 and 200, and they are mounted to a mount 400. A step difference is formed between a surface 410 corresponding to a top face 110 of the circular electrode 100 and a surface 420 corresponding to a top face 220 of the base electrode 200, and a clamp force is affected by this step difference. When the step difference between the surfaces 110 and 220 is 0.00508 mm, it is allowable. Therefore, superior insulating characteristic is obtained, a flat clamp surface is obtained, and a clamp force for a workpiece can be increased.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 31.10.1994

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application]

converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number] 2614422

[Date of registration] 27.02.1997

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁 (J P)

## (12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平7-201962

(43) 公開日 平成7年(1995)8月4日

(51) Int.Cl. <sup>5</sup>	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
H 0 1 L 21/68		R		
B 2 3 Q 3/15		D		
H 0 2 N 13/00		D		

審査請求 有 請求項の数14 O L (全 15 頁)

(21) 出願番号 特願平6-266486

(22) 出願日 平成6年(1994)10月31日

(31) 優先権主張番号 1 6 9 9 1 1

(32) 優先日 1993年12月20日

(33) 優先権主張国 米国 (US)

(71) 出願人 390009531

インターナショナル・ビジネス・マシーンズ・コーポレーション

INTERNATIONAL BUSINESS MACHINES CORPORATION

アメリカ合衆国10504、ニューヨーク州

アーモンク (番地なし)

(72) 発明者 マイケル・スコット・バーンズ

アメリカ合衆国94109カリフォルニア州サンフランシスコ、カリフォルニア・ストリート 1350

(74) 代理人 弁理士 合田 潔 (外2名)

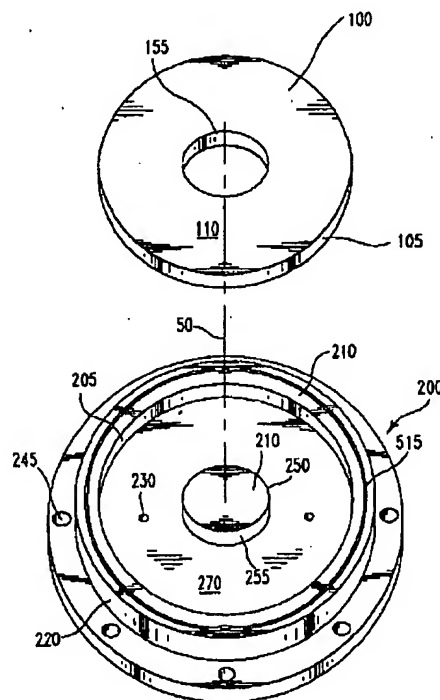
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 静電チャック装置およびその製造方法

## (57) 【要約】

【目的】 ワークピースと電極との間の静電引力によりワークピースを支持する静電チャック装置を提供する。

【構成】 静電チャックを構成する要素部品を機械加工し、次に、陽極酸化を行って硬性の絶縁表面を形成し、その後、取付台に載せてアセンブリを行い、ウェーハを支持できる優れた絶縁特性を持つクランプ平面を形成する。冷却ガスが縁からのみ供給され、クランプ平面とウェーハとの間のすきまの内部で拡散される。冷却ガスが、クランプ平面とウェーハとの間の平均的な間隔によって画定されるインピーダンスを通して放射状に流れ、それによりガス圧が維持され、弾性シールを使用せずに、クランプ平面全体に均一なガス圧が供給される。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 静電引力によってワークピースを保持する静電チャックを製造する方法であって、

アルミニウム合金で基部電極を機械加工により製作し、第2の電極を受ける電極凹部を上記基部電極の頂面に機械加工し、上記電極凹部は、第1の曲率半径を持つ第1の遷移領域により上記頂面に接続する内側および外側の凹部側面と、第2の曲率半径を持つ第2の遷移領域により上記凹部の両側面に接続し上記頂面から凹部の深さ分だけ下方の凹部底面とを有し、それにより、凹部横軸距離を画定するステップと、

上記凹部横軸距離に関連させた第2の横軸距離と、上記凹部深さに関連させた第2の厚さとを以て、上記第2の電極を上記凹部に合致するように機械加工するステップと、

上記基部電極および上記第2の電極を酸化アルミニウムの電極厚さに酸化し、それにより、上記基部電極が酸化された凹部横軸距離と酸化された凹部深さを持つ酸化された凹部を持ち、上記第2の電極が酸化された第2の横軸距離と酸化された第2の深さを持つようにし、さらに、上記の酸化アルミニウムの厚さと上記凹部横軸距離と上記第2の横軸距離とが互に関連して、上記基部電極と上記第2の電極がアセンブルされたときに、該両電極の間に内側および外側の凹部ギャップが形成されるようにするステップと、

上記の凹部側面および上記第2の電極の側面の少なくとも1つを結合剤でコーティングするステップと、

上記基部および第2の電極をアセンブルし、上記両電極の頂面をそれに対応する参照取付台の基部および第2の電極の参照表面に押しつけ、上記第2電極の上記頂面が上記結合剤の収縮量の分だけ本来の上記第2電極の上記頂面に関連して置かれ、それにより、上記結合剤が収縮し、上記第2の電極の上記頂面が上記基部電極の上記頂面の下方の最終的位置まで引っ込むように、上記参照取付台の上記第2の電極の表面が上記参照取付台の上記基部電極の表面に関連して置かれるステップと、有する製造方法。

【請求項2】 上記参照取付台の上記第2の電極の表面を上記参照取付台の上記基部電極の表面に対して上記第2電極の上記頂面が上記収縮量の分だけ上記基部電極の上記頂面より上方に広がっているようにオフセット量だけくぼませることを特徴とする、請求項1に記載の方法。

【請求項3】 上記基部および第2の電極をアセンブルするステップが、有機絶縁膜片を上記基部電極と上記第2電極との間の上記内側および外側の凹部ギャップに挿入するステップを含み、上記結合剤により上記絶縁膜と上記基部および第2電極とを結合することを特徴とする、請求項1に記載の方法。

【請求項4】 上記基部および第2電極を機械加工する

ステップが、円転対称な同心円の上記基部および第2電極を機械加工し、上記基部および第2電極の少なくとも1つの頂面に、放射状のガス配給溝を作らずに、少なくとも1つの環状のガス配給溝を作ることを含み、それにより、クランプ平面に沿って流れるガス流に低いインピーダンスの放射状流路がないようにしたことを特徴とする、請求項1又は2に記載の方法。

【請求項5】 上記基部電極と上記第2電極との間に容量結合されているRF電力を所定の閾値以下に下げるのに十分なデカップリング厚さを持つデカップリング絶縁体によって、上記基部電極から上記第2電極を分離するステップをさらに有する、請求項1ないし4のいずれか1つに記載の方法。

【請求項6】 プラズマ・チャンバの中においてDC電位の静電引力によりワークピース半径を有するワークピースを静電チャックのクランプ平面上に保持するために使用する静電チャック装置であって、上記ワークピースは作動中に頂面をプラズマに露出され、上記チャックは上記ワークピースの上記頂面の反対側の背面と接触するクランプ平面上に誘電物質によるコーティングを有する少なくとも2つの円転対称な同心円の導電性電極を有しており、さらに上記電極は、上記クランプ平面内および上記の少なくとも2つの電極の間に電極間絶縁部材のはばを有する少なくとも1つの電極間絶縁部材によって分離され、

上記チャックが、上記の少なくとも2つの同心円電極の外側電極の上記クランプ平面に形成された、上記チャックの半径よりインピーダンス距離の分だけ小さい半径を有する環状のガス供給溝をさらに有し、

上記環状ガス供給溝が、上記外側電極を通して、冷却ガス圧に維持されている冷却ガス源に接続され、それにより、上記冷却ガスが上記クランプ平面と上記ワークピースとの間のすきまを通して内側に向けて放射状に拡散し、

上記冷却ガスが、上記クランプ平面と上記ワークピースとの間の上記インピーダンス距離に沿ったすきまによって形成されたインピーダンスを通して外に向かって放射状に流れることにより、上記ガス供給溝の中で上記の冷却ガス圧を維持することを特徴とする、静電チャック装置。

【請求項7】 上記クランプ平面が環状のガス配給溝のみを持っていることを特徴とする、請求項6に記載の装置。

【請求項8】 上記環状ガス供給溝が唯一のガス源であることを特徴とする、請求項6又は7に記載の装置。

【請求項9】 上記の少なくとも2つの電極の第1の電極が、上記の2つの円転対称な電極の中央における上記クランプ平面の中央部分と上記ガス供給溝を持つ上記クランプ平面の外側部分とを形成し、上記少なくとも2つの電極の第2の電極が、上記クランプ平面の上記中央部分

および上記外側部分との間の中間部分を形成することを特徴とする、請求項6に記載の装置。

【請求項10】DC電力源の端子が上記の少なくとも2つの電極に接続されていて、上記第1電極に電圧を印加し、上記第2電極と上記ワークピースとの間よりも上記第1電極と上記ワークピースとの間により大きなクランプ力が存在するようにしたことをさらに特徴とする、請求項9に記載の装置。

【請求項11】上記の少なくとも2つの電極の第1の電極が、上記の2つの円転対称な電極の中央における上記クランプ平面の中央部分を形成し、上記の少なくとも2つの電極の第2の電極が、上記のガス供給溝を含む上記クランプ平面の外側部分を形成することを特徴とする、請求項6に記載の装置。

【請求項12】DC電力源の端子が上記の少なくとも2つの電極に接続されていて、上記第2電極に電圧を印加し、上記第1電極と上記ワークピースとの間よりも上記第2電極と上記ワークピースとの間により大きなクランプ力が存在するようにしたことをさらに特徴とする、請求項11に記載の装置。

【請求項13】上記基部電極と上記第2電極との間に容量結合されたRF電力を所定の閾値以下に下げるのに十分なデカップリング厚さを持つデカップリング絶縁体をさらに有し、これにより上記基部電極から上記第2電極を分離することを特徴とする、請求項9又は11に記載の装置。

【請求項14】RF配分回路をさらに有し、上記基部および第2の電極に異なる量のRF電力を配分することを特徴とする、請求項10又は12に記載の装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は静電チャックに関し、具体的には、ワークピースと静電チャックの1つまたは複数の電極との間の静電引力により、ワークピースを支持する装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】静電チャックに関しては、過去10年の間に、広範囲にわたる仕事が行われてきた。1つの例は米国特許第5,055,964号に記載されているものである。本発明は、上記特許に記載のチャックに対する改良である。ウェーハに関する作業に関しては、IBM Technical Disclosure Bulletin 19巻6号(1976年11月)に「ガス冷却」という論文がある。米国特許第3,993,123号には、隣接する表面の間の熱をガスを使って伝導する記載があり、この記載によれば、公称同一平面の2つの表面の不規則面の間にガスが存在し、インピーダンスの小さい供給領域からガスが拡散して、すきまに浸透する。ガス圧は公称大気圧であって、したがって、ガスの平均自由行路の等値、および両表面の間の平均距離によって特徴づけられる遷移値よりも高い。

【0003】この技術分野に通暁している人々にとっての1つの問題は、チャックの製造、すなわち、腐食性のガスと高温とによってプラスチック絶縁物を有するチャックの急速な破壊が起きるプラズマ・エッチング装置の厳しい環境に耐えられるチャックの製造に関するものである。

【0004】もう1つの問題は、半導体ウェーハを支持する平面を製造し、その平面に冷却ガスの流路を形成することであり、且つ、上記特許第3,993,123号に記載されているような双極チャックの2つの電極の間の誘電性コーティングを介して起こる絶縁破壊を回避するようにすることである。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】優れた絶縁特性を持ち、かつ、非常に平坦なウェーハを支持するクランプ表面を有する静電チャックを提供する。

【0006】

【課題を解決するための手段】本発明は、絶縁特性及びクランプ表面平坦性に優れた静電チャックとその製造方法に関する。それは、要素部品を機械加工し、さらに陽極酸化を施して硬性の絶縁表面を作り、次に、取付台(fixture)を用いてアセンブリを行う。

【0007】本発明の1つの特徴は、冷却ガスを縁からのみ供給し、クランプ平面とウェーハとの間のすきまに拡散させ、クランプ平面とウェーハとの間の平均的なすきまによってできるインピーダンスを通してガスを放射状に流すことにより所望のガス圧を維持し、そうすることにより、弾性体シールを使用せずに、クランプ平面全体に均一なガス圧を供給できることである。

【0008】

【実施例】図1に、双極の、すなわち、分割された電極を持つ静電チャックの分解図を示す。チャックのより大きな部分、すなわち基部電極200は機械加工によりつくられた電極凹部270を持ち、第2の電極すなわち環状電極100を保持する。チャックを明瞭に示すために、環状電極100が軸50に沿って配置されている様子を図示してある。基部電極200は高くなった中央ハブ250を持ち、基部電極200の環状の縁220と共に頂面210を形成している。公知のように、ワークピースの下部表面上の誘導電荷による静電引力、並びに、電極100および200によって形成されたキャパシタからワークピースまで延びる外縁電界により、双極チャックは半導体ウェーハあるいはその他のワークピースを頂面210に引きつける。

【0009】本発明は、良質の絶縁物質の薄い2つの層の間に形成された電極の間の小さいギャップを使用することにより、ワークピースに対する高いクランプ力を提供し、且つ、上記米国特許第5,055,964号のチャックの全表面が可能な限り平面であるという利点を維持することを目的とする。

【0010】図1に示すように、環状電極100は内側に垂直表面155を持ち、対応する中央ハブ250の垂直表面255と組み合わせると、両垂直表面の間に内側の凹部ギャップができる。同様に、相対する外側表面105と205により、外側の凹部ギャップができる。一貫性のあるクランプ力が持てるように、これらのギャップを高い精度で画定でき、繰り返し作れることが重要である。電極凹部270の底部には2つの開口230があり、ピンを下からこの開口を通して環状電極100を持ち上げ、頂面110が基部電極200の頂面210と同一平面になるようにする。このとき、2つ以上のピンが使われる。環状電極100の最初の厚さは、凹部270の底部（酸化された凹部の深さ）と環状電極100の底部（即ち環状電極100の酸化された厚さが持てるような）との間に、公称厚みが0.0254mm(0.001インチ)から0.0762mm(0.003インチ)、典型的には0.0508mm(0.002インチ)の結合ギャップができるように作られる。

【0011】図2は、電極凹部270を含む基部電極200の断面図である。環状電極100を基部電極200の上に示す。凹部270の中に、頂部丸み(radius)256が中央ハブ表面250と垂直表面255との間に機械加工されている。本発明の実施例では、この表面の曲率半径は0.381mm(0.015インチ)である。これに対応する、垂直表面255と底部表面265の間の底部の角258の曲率半径は1.524mm(0.060インチ)である。これらの丸みはカーバイド、セラミック、あるいはダイヤモンドの要具を用いた、数値制御された旋盤で機械加工することが望ましい。対応する電極100の頂部の丸み256'、および底部の丸み258'の曲率半径は、それぞれ0.381mm(0.015インチ)および2.286mm(0.090インチ)である。

【0012】電極200の最終的な切削は公称0.0508mm(0.002インチ)の切削の深さの断面操作精度で作ることが望ましく、また、ワークピースの回転速度は、高品質の絶縁コーティングの形成がしやすいように、公称25.4ミクロン(2マイクロインチ)仕上りの、なめらかな表面が作れるものが望ましい。電極100の全表面も最終的に、頂面が上記の標準になるように機械加工される。

【0013】図3に、電極100および200をアセンブリしたときの詳細を示す。電極100および200はそれぞれ符号102および202がついた酸化表面層を有している。これは、アルミライト(Alumilite(Aluminum Company of America社の登録商標))のようなプロセスで形成され、丈夫で密度の高いコーティングを形成し、最低限ミル規格の規格番号 MIL-A-8625 Type III Class 1の要求仕様を満たすものである。参照しやすいようにこの種のコーティングはハード・コート酸化物と称す。アルミニウム合金6061-T6が基部の材料として望ましい。

【0014】丈夫で密度の高い酸化物を作るには、上記物質を広くサンプリングしてテストを行い、満足すべきピレットを見つけることが重要であることが分かった。当業者には明らかなように、処理ステップ、製造後のエイジング、結晶粒の大きさ、および化学的組成のすべてが酸化物コーティングの質に影響を与える。最も単純な選択方法は、テストピースを単に陽極酸化することである。

【0015】絶縁の主な要件としては、ハード・コートの陽極酸化、アルミナ、あるいは、他の絶縁体にかかわらず、コーティングが可能な限り非多孔性であって、それにより、絶縁体の破壊電圧が可能な限り高くなるものでなければならない。絶縁破壊電圧が高くなればなるほど両電極間のギャップが小さくなり得る。絶縁破壊電圧は0.0254mm(0.001インチ)あたり少なくとも500ボルトあることが望ましい。絶縁体102と202を適用して最終的な厚さを0.0508mm(0.002インチ)にすることが望ましい。この用途では、多孔度が重要である。プラズマが小孔を通り電極に接触する可能性があると、プラズマを介してアークができるか、電極がプラズマ電位に至り、その電極を引き離すことが起こり得る。

【0016】図3を用いて、アセンブリ工程の詳細を示す。図の上方にアセンブリ取付台400の部分の断面図を示す。取付台400には、環状電極100の頂面110に相対する表面410と、基部電極200の頂面220に相対する表面420との間に段差120がある。

この段差を設けた理由は、接着剤(Epoxy Technologies of Billerica社のH70Sエポキシのような熱伝導性の絶縁エポキシが望ましい)が硬化工程で収縮し、環状電極100が基部電極200の凹部270の中に引っ込んでしまうことが分かったからである。勿論、エポキシや絶縁材料が異なれば収縮量が異なるから、収縮量が許容できる範囲である場合には、アセンブリ工程において、環状電極100の頂面110を上げることが必ず必要であるとは限らない。クランプ力とガス漏れは段差のある表面によって影響を受けるが、表面110と220との段差が0.00508mm(0.0002インチ)であれば許容できるものであることがわかった。電極100が突き出たり斜めに傾いて形成されるとウェーハの外部エッジから過剰なガス漏れが生じるので、均一な凹部を形成することが望ましい。したがって、機能的な制約から、環状電極100をゼロ以上0.00508mm(0.0002インチ)以下で窪ませる程度の収縮でなければならない。符号154をつけた太い線は電極100と200との間の公称ギャップを充たす、公称厚さ0.0508mm(0.002インチ)のエポキシの存在を表す。酸化物の厚さの公差は $\pm 0.00508\text{mm}$ ( $\pm 0.0002\text{インチ}$ )で、層102と202との間のギャップの公差は $\pm 0.0508\text{mm}$ ( $\pm 0.002\text{インチ}$ )である。実施例では、電極100の内径および外径の公差は、それぞれ、 $+0.0508\text{mm}$ ( $+0.002\text{インチ}$ )およびマイナス0.050

8mm（マイナス0.002インチ）であり、電極200の内径および外径の公差は、それぞれ、マイナス0.0508mm（マイナス0.002インチ）および+0.0508mm（+0.002インチ）である。

【0017】図3の下部に、電極100を表面410に押し上げるのに使われる開口230の中の押し上げピン232を示す。実施例では、電極100が取付台400の下に置かれ、電極100が押し上げられているが、この逆の方向でアセンブリを行うこともできる。米国特許第5,059,571号の記載では、電極100および200がアセンブリの後で機械加工されるが、本発明の方法は、上記米国特許に記載の方法とは別の方法である。2回目の機械加工工程は優れた平坦を作るが、表面256および256'に鋭い角部が形成されるという犠牲をとまう。そのようにして作られた角部は、両電極間、あるいはウェーハに対して、絶縁破壊を起こしやすい。

【0018】環状電極100の厚さは凹部270の公称の深さより小さくし、接着工程後の底部の両表面の間に、公称0.0508mm（0.002インチ）の底部ギャップ112が作られる。このギャップの均一性は、プラズマを持続させるようRF電力がチャックを介して供給される、プラズマによって引き起こされるエッチング工程に関連する。RFは通常、底部ギャップ112を介して電極100の領域において容量結合しているため、このキャパシタのインピーダンスのために、この領域ではより少ないRFが供給され、エッチング工程がRFの量に高度に敏感である場合、この領域でのエッチング工程も影響される。工程によりそれぞれRF電力に対する敏感性が異なるが、当業者であれば、工程の敏感性を測定することは容易であろう。RFを印加しない工程で使用されるチャックは上記の考慮による影響は受けず、従って、より大きなギャップを持つことができる。あるいは、電極100および200の各々に適切な適応回路を介してRF電力を直接供給する別の方法もある。

【0019】図4に、本発明によるチャックの部分で、ワークピースをガス冷却するための冷却ガスの流路の詳細の断面図を、部分的に描写図で部分的に図式図で示す。図4の右に示すように、ガス（例えばヘリウムまたはアルゴン）が、冷却ガス流路510を通り、電極200を通して上がり、電極200の縁のまわりを通る環状通路即ちガス配給溝515に達する。熱伝導性のガスが環状のガス配給溝515から放射状に拡散し、両表面の間のすきまの中の圧力とガス配給溝515の中のガス圧とが等しくなった時に拡散は止む。ガスが出口まで沿って流れる内部にはインピーダンスとなる通路がないので、ガス圧の降下はなく、従って、ガス圧は必然的に均一である。

【0020】当業者には明らかなように、チャックとウェーハの間の圧力を、チャンバの公称圧力（0.5m Torr ~ 2 Torr）よりはるかに大きな公称値（例えば10 Torr

r)に保持する方法は、環状通路515と周囲の真空との間の短い通路という障害物「インピーダンス」を介して外側に向けてガスを流す方法である。環状通路515の内側の圧力は、オームの法則にならって表現すれば、ウェーハ600と基部電極200との間の非常に狭い通り道というインピーダンスに流れを掛けた値に等しい。したがって、表面の粗さ、およびチャックとウェーハ600（図4参照）との間の引力によってきまる「インピーダンス」が与えられたとき、所望の範囲の圧力を保つのに十分な所定のガス量を流すことが重要であることがわかる。上記の、ガス流を維持してガス圧を確立する手法は、ガス流を妨げるリングシール、あるいは、他の弾性シールを使う、例えば米国特許第5,103,367号にある従来技術とは根本的に異なる。この種のシールは、その外側エッジ部分がプラズマによる攻撃を受けやすい。本発明によるガス供給方法の使用は、アルミニウム電極、あるいは、上に述べた機械加工の方法に限らず、セラミックまたは耐熱性金属等の多くのチャック物質にも使用できる。

【0021】米国特許第4,512,931号には、機械的クランプを用い、ガス圧を等しくできるほどにガスが自由に流れることができる少なくともウェーハと同じ厚さ（0.508mm以上（0.020インチ））のガスチャンバを持つチャックの記載がある。密封は、ガスチャンバを画定するチャックの外側エッジ部の高くなったリップに対して大きな力でウェーハを押さえつける機械的クランプによって得られる。クランプがエッジ部だけに適用されるので、クランプ領域におけるクランプ圧力は、静電チャックの中の引力よりは、少なくともクランプ領域の割合だけ大きい。静電チャックに対するクランプ圧力が20 Torr（チャックからウェーハを押し上げる冷却ガスの圧力）の場合、全クランプ力は $20 \text{ Torr} \times A_{c,all}$ （ $A_{c,all}$ はチャックの全領域を表す）である。機械的にクランプされたチャックが減少したクランプ領域 $A_{1,all}$ の上で同じクランプ力を適用するには、クランプ領域での圧力は、 $20 \text{ Torr} (A_{c,all} / A_{1,all})$ でなければならない。例えば、直径200mmのチャックでリップの幅が5mmの場合、 $A_{c,all} = \pi 100^2 \text{ mm}^2$ 、 $A_{1,all} = \pi (100^2 - 95^2) \text{ mm}^2$ 、そして、 $A_{c,all} / A_{1,all} = 10.3$ である。このような機械的にクランプされたチャックは静電チャックよりも少なくとも10倍のクランプ圧力を発揮するべきであり、密封は圧力に従って単調に増える関数であるので、従って、それに応じて良い密封ができる。

【0022】実施例では、公称長さ9.525mm（0.375インチ）の流路510の直径は0.762mm（0.030インチ）で、その下の流路の直径は3.175mm（0.125インチ）である。流路510はグロー放電を持続させるようなものであってはならず、したがって、通常の隔壁あるいは他の手段を用いてパッシェンの法則を満たさないようにし、グロー放電が発生しないようにするべきである。長いガス流



路は、例えば石英管あるいは絶縁された管を用いて、チャックと結合しないようにし、場合によっては、余計なガス量を減らすために、テフロン細管を詰めるようにすべきである。

【0023】ガス配給溝515は公称深さが0.508mm(0.020インチ)で、電極200の頂面220に接するところでの曲率半径が0.254mm(0.010インチ)、電極200の底部に接するところでの曲率半径が0.508mm(0.020インチ)である。ガス配給溝515と流路510とが交叉するところは、必要に応じて丸みをつけても良い。10

【0024】1連の環状溝を接続してインピーダンスの少ない放射状の溝を形成する構成に比べて、上記の構成、すなわち、周辺に沿った、インピーダンスの少ないガス配給溝を通してガスを環状(azimuthal)に配給し、拡散によってガスを放射状に配給するようにした本発明の構成の利点は、前者の場合、溝が交叉するところに鋭い角部が形成され、ウェーハにあたる冷却ガスを通して、上記の角での高い電界によって、放電が発生する危険があることである。当業者には明かなように、冷却ガスの流路には他の構成があることは公知のことである。例えば、中央開口を用いて供給口とし、ガスを放射状に真空の中に流す方法もある。しかし、この方法には、半径によってガス圧が異なり、したがって、冷却効率変動するという欠点がある。

【0025】ガス圧は、平均自由行路が表面210とウェーハ600の背面との間の平均距離よりかなり小さくするようにすることが望ましい。高圧状況と称せられるこの条件の下では、ガス膜の熱伝導率は、約1 Torrから大気圧にいたる広い範囲の圧力に殆ど影響されない。低圧状況の下で、平均自由行路が上記の平均距離に等しいかより大きい場合、熱伝導率は圧力に対して指数関数的に減少する。低圧状況下での操作については米国特許第4,909,314号に記載がある。上記の特許で使用している用語とは対照的に、本発明で使用している用語は標準的な用法であり、「伝導」とは質量の流れを伴わない、粒子の衝突の繰り返しによる熱伝導を意味し、「対流」とは、通常、正味の質量の流れを伴い、エネルギーを持った粒子が1つの場所から別の場所に運動することによる熱伝導を意味する。したがって、低圧状況の下では、熱伝導は対流によるものであり、熱せられたウェーハからエネルギーを得た粒子が、衝突を伴わずに冷たい基部に移動し、基部に衝突したときにエネルギーを放出する。

【0026】図4で、開口550は冷却流体(例えば水)の流路を表し、流体はこの図の紙面に垂直に流れる。冷却水の使用は任意で、チャックによってワークピースから除かねばならない熱に依存する。図4の左側に、DC電圧とRF電力の電氣的接続を示す。DC電圧は公称600ボルトであり、電極200と100の間に印加される。用途により、電圧は殆ど0ボルトから約800ボルトまでの間の広い範囲にわたる。RF接続は、

直径200mmのチャックに対し、13.56MHzで公称1000ワットである。RF周波数と電力は、チャックを載せるチャンバの製造者によって決められ、エッチング・ガスのタイプ、エッチングされる物質、ウェーハの大きさ、およびチャンバの大きさによって変わる。RF電力はゼネレータ630から、2つのボックス610と620に供給される。ボックス610と620はそれぞれ電極200と100に接続された、通常のインピーダンス整合と電力配給のサブ装置を表す。通常のDC電源235は、図11に示すように低域通過フィルタによって分離されていて、DCバイアスを供給する。当業者には明かなように、RF電力は、電極200の上方でプラズマに結合されている電力と、電極100の上方でプラズマに結合されている電力との間の平衡をとるために、いくつかの異なる点に供給することができる。例えば、電極200に単一の供給を行い、ギャップ112を介して電極100に容量結合をする方法、あるいは、電極のどちらか一方に直接接続させ、電極のもう1つにはインピーダンス整合および電力平衡装置を接続させる方法、あるいは、電極200および/または電極100をいくつかの点で接続する方法がある。RF電力の供給を、電極200と電極100との間の余分なキャパシタンスを補償し、プラズマの中に結合された電力を2つの電極にとって等しくするために使うか、あるいは、供給を意図的に不均衡にして、チャンバの寸法のちがいの効果を補償し、ある部分により大きい電力を供給してエッチングの均一性を保つようにすることもできよう。

【0027】チャックの用途は半導体ウェーハに限られず、他の多くの材料にも使うことができる。ウェーハや他のワークピースを掴んで移動するマテリアル・ハンドリング装置に使うことができる。

【0028】チャックのクランプ力を強化する任意のステップは、酸化物が形成された後、アセンブリの前または後に行う研磨ステップである。チャックが花崗岩ブロックの表面、または他の非導電性の、不純物のない滑らかな表面の上に置かれ、455グラムないし2,270グラム(1ないし5ポンド)の圧力で押さえる。上記のブロックに載せたチャックを2分間ラビングした結果、ガス漏れ率が2倍以上改善された。クランプ力はウェーハをチャックからはずすのに必要なガス圧を測ることで容易に測定できる。最初のクランプ力が満足できるレベルであれば、チャックの電極に印加する電圧は減らすことができ、絶縁物質にかかる応力も減り、寿命も長くできる。

【0029】接着剤として公称厚さ0.0254mmないし0.0508mm(0.001ないし0.002インチ)に充填されたエポキシ系のものを使用した場合、温度が20℃以上のときに、電極100と200との間にかなりの漏れ電流があることが分かった。アルミナおよび窒化物硼素のような典型的な充填剤は双方とも良い絶縁物質であるので、これは意外であった。この漏れは、陽極酸化工程の後に残った



移動イオンが酸化物コーティングを通して流れ、徐々にコーティングを弱めることによって起こるものである。したがって、有機コーティング、または、イオン移動の低いエポキシを使って、移動イオンの流れを遮断することが望ましい。厚さ0.0254mm(0.001インチ)のポリイミドの膜を電極100と200との間に挿入して、垂直表面と電極100の下部に沿って発生する漏れ電流を減らすことができる。この手法をとった場合、温度100℃で、漏れ電流が10μA以上であったものを1μA以下に減らすことができた。電極をポリイミド樹脂のような有機物質に浸漬する方法も使うことができる。

【0030】図5に、チャックの電極100および200が浮動基部260によって囲まれた、本発明の別の実施例の1部の断面図を、部分的に描写図、部分的に図式図で示す。チャックは対称的であるので、1面のみ示してある。基部260は電極200から絶縁され、ウェーハ電位に近い電位 $V_{ss}$ に容量結合することにより浮動している。電極100および200は参照端部236上の電圧に関して、図11に示した回路およびDC電源235によってバイアスされている。ウェーハ600はプラズマと接触し、したがって、時平均で、プラズマ電位 $V_p$ よりはるかに低い自己バイアス電位 $V_{ss}$ にある。基部の正確な電圧は具体的な装置の詳細な寸法と形状に依存する。プラズマ内で電子雲を保つために、時平均プラズマ電位は装置内で常に最高である。真空チャンバの壁は通常接地され、チャックの電圧は、プラズマと壁との間の壁のキャパシタンス、および、プラズマとウェーハとの間のウェーハのキャパシタンスの比に依存した中間的な電圧を持つ。チャックは壁よりはるかに小さく、2つのキャパシタを介したRF電流は等しくなければならないから、プラズマとチャックとの間の空間電荷層での電圧降下は、壁の空間電荷層での電圧降下よりもはるかに大きくなければならない。(例えばLam Research model 4520のような極めて対称的な構造を持つチャンバでは、 $V_{ss}$ は殆どゼロになることがある。)したがって、ウェーハ上の時平均電圧 $V_{ss}$ 。(前面、背面ともに実質的に等しくなる)は、典型的には接地電圧より小さい。チャックの2つの電極は、 $V_{ss}$ の上および下のある電位でバイアスされる。電極をバイアスするには、予備的試験または計算をしてバイアス値を決めて行うか、実時間でプラズマ電圧を測り、その測定された電圧に関してバイアスするか、どちらかにより行える。

【0031】図5に示した実施例では、浮動保護環265は薄い誘電物質のコーティング(電極100および200をコーティングしているのと同じアルミナでコーティングすることが望ましい)によって、プラズマ、電極200、ウェーハ600、および、プラズマに蓄えられたエネルギーから絶縁されている。保護環265は $V_{ss}$ に近い電位にある。典型的な装置では、時平均プラズマ電圧は+100V、対応するウェーハ電位(自己バイアス

電位)はマイナス300V、電極100および200は0Vおよびマイナス600Vとすることができる。

【0032】基部260の垂直部分において、保護環265がない場合には、電極200の角202およびウェーハ600の角602における高い電界によって引き起こされる真空アーク(電極200、および、ウェーハ600またはプラズマの間の真空を介してのアーク放電)が存在する。プラズマは電子に富み、電極200上のアルミナ絶縁は多孔性であるので、電子が小孔を通してアルミニウム電極の表面に浸透し放電開始を起こり易くする。熱電子の放射と瞬間電界が放電の発生に寄与する。保護環265の主たる目的は、ウェーハ600の背面の角、および/または、角領域のプラズマと電極200との間の放電を防ぐことにある。これは、保護環265により、電極200と保護環265( $V_{ss}$ の値または $V_{ss}$ に近い値を持つ)との間のキャパシタンスにかかる電位を降下させ、放電が起こる可能性を減らし、電極の角と表面との間の通り道を物理的に遮断することにより、放電を起こす電子が流れないようにできるからである。

【0033】さらに基部260の保護環265は、ウェーハ600の底部とその垂直距離が近く(名目的には接触している)、したがって、電極200に接触するプラズマの量を減らし、電極200の寿命を延ばす。熱伝導ガスが、環状通路515から保護環265とウェーハ600との間の非常に狭い空間を通して真空に向けて流れ出るので、当業者が予測するように、通常、ガス放電装置の中で起こるように、ガスが電子とイオンの源になり、その領域での絶縁破壊の危険を増すはたらきをする。

【0034】この配列には、電極200と保護環265の間に生ずる第2のキャパシタにより、保護環265の上方部分でのウェーハ600へのRF結合が、電極200の上方でのRF結合にくらべて減少するという欠点がある。さらに、ウェーハ600が保護環265の全領域に延び、また、誘電物質の電界形成環302の上方にウェーハ600が意図的に張り出しているので、この部分でのRF電力がさらに減少する。この張り出し部は保護環265のプラズマへの露出を減少させるが、結合が減るという犠牲を伴う。具体化として望ましいのは、保護環265の幅は1~1.5mmで、電界形成環302上方のウェーハ600の張り出しは2mmである。さらに、電界形成環302は外縁RF電界がプラズマの中に流れるように形作るはたらきをするので、ウェーハの縁でのエッチングの均一性が向上する。電界形成環302に適した物質はアルミナまたは石英である。電界形成環302の水平方向の寸法は、接地電位あるいは他の低い電位からのオフセットを供することによってウェーハの上方の電界を形作るように定められ、そうすることにより、ウェーハ上方の電界が、エッチングされる表面に対して垂直になるようにする。電界形成環302の厚さは、電界形成

環302上方でのプラズマへの結合をウェーハ600上方での結合にくらべて減らし、したがって、その領域でのプラズマが弱く励起され、電界形成環302が非常にゆっくりエッチングされるように定められる。電界形成環の物質は腐食しにくいということのみでなく、プロセス中に、電界形成環をエッチングした結果の反応生成物が非干渉性であるということによって選ばれる。周波数に依存するウェーハの導電性に起因して、周波数依存の結合がウェーハのエッジ部に存在する。 $10^{13}/\text{cm}^3$ のドーパント濃度を有する程度に軽くドーパされた典型的な基板では、ウェーハは400KHzで非常に高いRF導電率を持ち、13.5MHzでは中程度の導電率を持ち、40MHzでは低い導電率を持つ。

【0035】図6に電極100および200が $V_{cc}$ に関してバイアスされる本発明のもう1つの実施例を示す。図6の右側に示すように、誘電性の環300が、プラズマと接触している導電性要素310を通す1つまたは複数のホールを持っている。導電性要素310は、プラズマの化学的特性により、黒鉛、ドーパしたSiあるいはSiC等の腐食しにくい物質でつくるのが望ましい。導電性要素310は、 $V_{cc}$ を渡すだけで少量の電流しか使わないので、導電性が高くなくてもよい。誘電性の環300の物質はアルミナ、石英、あるいは他の耐久性のある誘電物質でよい。電極100および200が $V_{cc}$ に対して対称的にバイアスするように、バイアス源235が端子236で参照される。1つの例では、プラズマ電圧は+100V、ウェーハ600上の自己バイアス電圧はマイナス300V、電極100と200の間の電圧は600V、電極100と200の上の電圧はそれぞれ0Vとマイナス600Vである。あるプロセスでは、プロセス中に $V_{cc}$ が変動し得るので、バイアスが自動参照および自動調整できることは本発明の優れた特徴である。当業者には明らかなように、バイアス電圧は必要に応じ非対称にすることもできる。例えば、縁の上のガス封印は電圧の関数であるので、ある用途においては、縁の上の電圧を高めることが有利な場合がある。

【0036】図11に、バイアスを制御するもう1つの方法を示す。図10に示したように、DC電源235により電極100および200がバイアスされ、RFがゼネレータ630から通常の整合網615を介して供給される。結合キャパシタ619およびダイオード618が、低域通過フィルタ237を介して、モニタリング目的のための少量の電力を、抵抗鎖613にわたす。抵抗鎖の上のタップがDC電源235に基準を供給する。抵抗鎖613のR1およびR2の比は、必要に応じて対称あるいは非対称形で、所望のバイアスを供給できるように、最初の較正の間に経験的にセットされる。

【0037】米国特許第4,554,611号に記載されているような従来の技術のチャックにおいては、初期のチャックに使われた非常に高い電圧と誘電物質により誘電物質

中の移動イオンが捕獲され誘電物質が分極するので、誘電物質とウェーハとを組み合わせると、ウェーハをはずす前にDC引力電圧を切った後、かなりの減衰時間があった。米国特許第5,103,367号に記載の装置では、引きつけ合う電極間にAC励振を使用して電界を繰り返しゼロに戻し、存在する可能性のある移動イオンによる執拗な分極形成を阻止することにより、上記の問題を軽減している。本発明にAC励振を使用した場合には、ガス圧力からの力の平衡をとっている値以下に電圧が降下した時に、冷却ガスの圧力によって、ウェーハがチャックからはじけあがってしまう。ウェーハを200mmとしガス圧力を10 Torrとした場合、ガス圧力の平衡をとるのに必要な電圧は200~300Vである。

【0038】本発明の装置においては、クランプ力の保持が問題ではなく、より大きな関心事は、両電極とウェーハとの間の誘電体の絶縁破壊である。本発明で使用される非常に薄い誘電体では、誘電体の厚さと絶縁破壊の危険性との間に微妙なバランスがある。公知のように、クランプ力は $(V/d)^2$ に比例する。ここでVは電圧であり、dは誘電体の厚さである。したがって、厚さを2倍にし、同じクランプ力を維持し絶縁破壊抵抗を増やさないようにするには、電圧も2倍にしなければならない。技術の教示することに反し、RF電圧とクランプ力電圧を組み合わせると、ウェーハと電極との間に誘電体の絶縁破壊が起き得ることがわかっている。従来の技術、すなわち、非常に高い電圧とそれに対応する強い誘電体を使うか、また、RFを使ったとしてもクランプ力電圧と同じ絶縁領域を介してRFを供給しない装置では、問題にならなかった。

【0039】当業者には明らかなように、RF電圧がDCクランプ力電圧に重ねられるので、ハード・コート絶縁上の応力は周波数に依存する。ある用途においては、電極とウェーハとの間のキャパシタンスにかかるRF電圧 $(\propto 1/\omega C)$ は、DCクランプ力電圧に加わると、絶縁体の破壊電圧を超えることがある。この危険性が最も高いのは、プラズマが400KHzで励振される周波数の低い装置（例えばLam System 4520）においてである。

【0040】本発明を使用した装置において、例えば、基部とウェーハとの間のキャパシタンスが約6,000pFである場合、400KHzのRF電圧信号と公称2~3AのRF電流により、絶縁体にかかる200~400VのRF電圧が作られる。

【0041】前述の米国特許第5,103,367号は、本発明とは根本的に異なる、1つの望ましいRF実施例を教示している。図8において、RF適用の望ましい実施例として薄膜絶縁体が開示されている。RFがどのようにチャックを通してプラズマの中に供給されるか、すなわち、電極との直接接触を通してか、あるいは、RF参照電極を介しての容量結合によるのか、については何も教

示していない。また、上記の米国特許の装置においては、ウェーハの外側のRF参照電極の広範な領域があることにより、ウェーハの上方よりもウェーハの外側でプラズマがより強く励振されることを意味し、これは、RF参照電極の腐食を大きく増し、エッチング工程に干渉をするという不都合な点がある。

【0042】図7に本発明のチャックの別の実施例の詳細、すなわち、電極100および200の頂面が、アセンブリの後、最終的な大きさになるように機械加工される様子を示す。この方法は上記米国特許第5,055,964号に記載の方法の改良であり、詳細は以下に述べる。図示した領域はチャックの中央に近い電極100および200の間の接合部である。図7(A)は、最初の陽極酸化のステップ(このとき、頂面110および210はマスクされて、陽極酸化されない)の後に、電極100および200が位置合わせされ、接着された様子を拡大して示す。垂直表面255および155は、凹部270および電極100の底部と同様に、陽極酸化されている。底部の陽極酸化ステップはオプションで、使用する絶縁体の質と許容できる電流漏れの程度に依存する。以下に述べる位置合わせを行った後、両電極は絶縁エポキシ254(例えばH70S)で接着される。図7(A)に示すように、両電極の最終的な頂面になる頂面の線210'の上までエポキシが充填される。

【0043】図7(B)に示すように、両電極の頂面が、最終の仕上げが101.6ミクロン(4マイクロインチ)(実際的には50.8ミクロン(2マイクロインチ)に近い)になるように機械加工され、丸み256および256'も機械加工されている。機械加工ステップでは、まず陽極酸化コーティングにダイヤモンド・スクライブで刻みを付け、次にブランジ・カットを行う。ブランジ・カットは、おおよそ丸み256/256'の大きさのツールをエポキシに突っ込み、このツールを電極100の外周に沿って動かす。実施例では、曲率半径256は0.762mm(0.030インチ)であった。当業者であっても、コーティングを機械加工で除去することは思いつかないであろう。コーティングはもろく、機械加工でなめらかにならず、砕けてしまうので、陽極酸化されたハード・コート

漏れにたいする抵抗が低い。少なくとも最小量のアルミニウムが除去されるので、丸みにはある段差即ち鋭い変化が形成されるのはやむをえない。丸み256と256'を異なるように作ることもでき、その結果、段差を垂直方向のある距離だけ離すことができる。さらに、当業者には明らかなように、機械加工工程でアルミニウムの粒子が生じ、これが、エポキシの中に留まり絶縁破壊を起こす弱点の原因になる。アルミニウム粒子は手で除くか、および/または、丸み256と256'を機械加工した後にエポキシだけを除く2回目のブランジ・カットを行い、これにより、残っているアルミニウム粒子を除き、また、古いエポキシと新しいエポキシとの間の接合部を低くして、その結果、接合部が、古い陽極酸化部と新しい陽極酸化部との間の不連続部分と同じ高さにならないようにする。

【0044】製造ステップは以下の通りである。

1. 電極100および200の外側寸法を粗く機械加工する。
2. 凹部270を機械加工で仕上げる。電極200に、ジグで中央ドエルピンをつくる。
3. 垂直表面155と255、および電極100の底部を機械加工で仕上げる。電極100および200に、ジグでドエルピンが通る穴をつくる。
4. 凹部270の垂直表面155と255、および電極100の底部を陽極酸化する。電極100と200の頂面はマスクする。
5. ブランジ・カットする領域の底部にダイヤモンド・スクライブの先端で刻みを付ける。陽極酸化した表面をポリイミドでコーティングする。ダイヤモンド・スクライブで刻みをつけた線の上方の陽極酸化されたハードコートを必要に応じて機械加工で除去する。
6. ドエルピン位置合わせ(1マイクロアンブ以下の手法)を用いて電極100および200を接着する。
7. 丸み256と256'を機械加工でブランジ・カットする。頂面210'およびチャックの外側表面全てを機械加工で仕上げる。
8. 表面210'およびチャックの外側表面を陽極酸化する。
9. ブランジ・カットされた丸みを熱伝導性の絶縁エポキシ254'で密封する。

【0045】任意のステップとして、温度が20℃以上になるなら、両電極の間にポリイミドのシートを挿入してもよい。

【0046】図8に容量結合によってRF電力が環状電極100に供給されていた前述の実施例とは対照的に、電極100および200が電気的にデカップリングされている別の実施例を示す。この実施例では、絶縁環111(実施例として、アルミナ、窒化硼素、または比較的高い熱特性を持つ他の絶縁体で形成されている)が、両電極をデカップリングするのに十分な垂直方向の

厚さを持っている。図6の実施例では、環の内側および外側のエッジにおいて2つの段差があった。実施例の200mmのチャックに対しては、両電極間のキャパシタンスは500pF以下であることが望ましい。絶縁環111の形状は単純な環状ではなく、半径の内側の部分が高い形状のものである。コストをかけてもこのような方法を採用する理由は、電極100と200の間のキャパシタンスを減じ、RF電力配分を調整するためである。

【0047】両電極間の半径方向のギャップは、ワークピースをよく掴むための外縁電界を強くするためには比較的小さく(0.508mm(0.02インチ))すべきであるが、ギャップを小さくするとキャパシタンスが増える。絶縁環111が表面まで延びていないのは、外縁電界からの上述の制約と、セラミックの熱伝導率がアルミニウムの熱伝導率よりはるかに小さいという理由による。したがって、セラミックが表面まで延びている場合には、半径方向に温度の不連続が起こり得る。当業者には明らかなように、最終的な寸法は、結合されたRF電力の半径方向の差異、温度差、および、ウェーハのクランプ力に対するプロセスの感度を含む、通常の工学上のトレードオフに依存する。この実施例では、絶縁環111の厚さは主部分で3.175mm(0.125インチ)の厚さ、内側部分で8.636mm(0.340インチ)の厚さであった。電極100の内径での公称の厚さは3.175mm(0.125インチ)であった。

【0048】この実施例では、図1の実施例で示した外側の縁210を欠いており、ガスを供給する環状通路515は電極100の中にあることに留意されたい。また、この実施例には、絶縁性の電界形成環300がある。図6に示した感知電極310も使うことができる。ボックス615は図9に示す結合回路を表しており、DC電源635はRFチョークにより分離され、通常の方法でグラウンドに容量分路され、電極100および200に、容量結合器と共に並列に接続されている。容量結合器には、小さな固定キャパシタC2が可変キャパシタC3と並列になっている。可変キャパシタC3は、電極200の上のプラズマとは異なる影響を電極100の上のプラズマに与えるチャンバの形状を反映した非均一な電界によって起こされるプラズマ生成の半径方向の変動を調整し補償するために使用される。周波数に依存したウェーハの導電率により、この装置はより高い周波数においてより良く機能する。

【0049】まとめとして、本発明の構成に関して以下の事項を開示する。

(1) 静電引力によってワークピースを保持する静電チャックを製造する方法であって、アルミニウム合金で基部電極を機械加工により製作し、第2の電極を受ける電極凹部を上記基部電極の頂面に機械加工し、上記電極凹部は、第1の曲率半径を持つ第1の遷移領域により上記頂面に接続する内側および外側の凹部側面と、第2の曲率半径を持つ第2の遷移領域により上記凹部の両側面に

接続し上記頂面から凹部の深さ分だけ下方の凹部底面とを有し、それにより、凹部横軸距離を画定するステップと、上記凹部横軸距離に関連させた第2の横軸距離と、上記凹部深さに関連させた第2の厚さとを以て、上記第2の電極を上記凹部に合致するように機械加工するステップと、上記基部電極および上記第2の電極を酸化アルミニウムの電極厚さに酸化し、それにより、上記基部電極が酸化された凹部横軸距離と酸化された凹部深さを持つ酸化された凹部を持ち、上記第2の電極が酸化された第2の横軸距離と酸化された第2の深さを持つようにし、さらに、上記の酸化アルミニウムの厚さと上記凹部横軸距離と上記第2の横軸距離とが互いに関連して、上記基部電極と上記第2の電極がアセンブルされたときに、該両電極の間に内側および外側の凹部ギャップが形成されるようにするステップと、上記の凹部側面および上記第2の電極の側面の少なくとも1つを結合剤でコーティングするステップと、上記基部および第2の電極をアセンブルし、上記両電極の頂面をそれに対応する参照取付台の基部および第2の電極の参照表面に押しつけ、上記第2電極の上記頂面が上記結合剤の収縮量の分だけ本来の上記第2電極の上記頂面に関連して置かれ、それにより、上記結合剤が収縮し、上記第2の電極の上記頂面が上記基部電極の上記頂面の下方の最終的位置まで引っ込むように、上記参照取付台の上記第2の電極の表面が上記参照取付台の上記基部電極の表面に関連して置かれるステップと、を有する製造方法。

(2) 上記参照取付台の上記第2の電極の表面を上記参照取付台の上記基部電極の表面に対して上記第2電極の上記頂面が上記収縮量の分だけ上記基部電極の上記頂面より上方に広がっているようにオフセット量だけくぼませることを特徴とする、上記(1)に記載の方法。

(3) 上記基部および第2の電極をアセンブルするステップが、有機絶縁膜片を上記基部電極と上記第2電極との間の上記内側および外側の凹部ギャップに挿入するステップを含み、上記結合剤により上記絶縁膜と上記基部および第2電極とを結合することを特徴とする、上記(1)に記載の方法。

(4) 上記基部および第2電極を機械加工するステップが、円転対称な同心円の上記基部および第2電極を機械加工し、上記基部および第2電極の少なくとも1つの頂面に、放射状のガス配給溝を作らずに、少なくとも1つの環状のガス配給溝を作ることを含み、それにより、クランプ平面に沿って流れるガス流に低いインピーダンスの放射状流路がないようにしたことを特徴とする、上記(1又は2)に記載の方法。

(5) 上記基部電極と上記第2電極との間に容量結合されているRF電力を所定の閾値以下に下げるのに十分なデカップリング厚さを持つデカップリング絶縁体によって、上記基部電極から上記第2電極を分離するステップをさらに有する、上記(1ないし4のいずれか1つ)に

記載の方法。

(6) プラズマ・チャンバの中においてDC電位の静電引力によりワークピース半径を有するワークピースを静電チャックのクランプ平面上に保持するために使用する静電チャック装置であって、上記ワークピースは作動中に頂面をプラズマに露出され、上記チャックは上記ワークピースの上記頂面の反対側の背面と接触するクランプ平面上に誘電物質によるコーティングを有する少なくとも2つの円転対称な同心円の導電性電極を有しており、さらに上記電極は、上記クランプ平面内および上記の少なくとも2つの電極の間に電極間絶縁部材のはばを有する少なくとも1つの電極間絶縁部材によって分離され、上記チャックが、上記の少なくとも2つの同心円電極の外側電極の上記クランプ平面に形成された、上記チャックの半径よりインピーダンス距離の分だけ小さい半径を有する環状のガス供給溝をさらに有し、上記環状ガス供給溝が、上記外側電極を通して、冷却ガス圧に維持されている冷却ガス源に接続され、それにより、上記冷却ガスが上記クランプ平面と上記ワークピースとの間のすきまを通して内側に向けて放射状に拡散し、上記冷却ガスが、上記クランプ平面と上記ワークピースとの間の上記インピーダンス距離に沿ったすきまによって形成されたインピーダンスを通して外に向かって放射状に流れることにより、上記ガス供給溝の中で上記の冷却ガス圧を維持することを特徴とする、静電チャック装置。

(7) 上記クランプ平面が環状のガス配給溝のみを持っていることを特徴とする、上記(6)に記載の装置。

(8) 上記環状ガス供給溝が唯一のガス源であることを特徴とする、上記(6)又は(7)に記載の装置。

(9) 上記の少なくとも2つの電極の第1の電極が、上記の2つの円転対称な電極の中央における上記クランプ平面の中央部分と上記ガス供給溝を持つ上記クランプ平面の外側部分とを形成し、上記少なくとも2つの電極の第2の電極が、上記クランプ平面の上記中央部分および上記外側部分との間の中間部分を形成することを特徴とする、上記(6)に記載の装置。

(10) DC電力源の端子が上記の少なくとも2つの電極に接続されていて、上記第1電極に電圧を印加し、上記第2電極と上記ワークピースとの間よりも上記第1電極と上記ワークピースとの間により大きなクランプ力が存在するようにしたことをさらに特徴とする、上記

(9)に記載の装置。

(11) 上記の少なくとも2つの電極の第1の電極が、上記の2つの円転対称な電極の中央における上記クランプ平面の中央部分を形成し、上記の少なくとも2つの電極の第2の電極が、上記のガス供給溝を含む上記クランプ平面の外側部分を形成することを特徴とする、上記(6)に記載の装置。

(12) DC電力源の端子が上記の少なくとも2つの電極に接続されていて、上記第2電極に電圧を印加し、上

記第1電極と上記ワークピースとの間よりも上記第2電極と上記ワークピースとの間により大きなクランプ力が存在するようにしたことをさらに特徴とする、上記(11)に記載の装置。

(13) 上記基部電極と上記第2電極との間に容量結合されたRF電力を所定の閾値以下に下げるのに十分なデカップリング厚さを持つデカップリング絶縁体をさらに有し、これにより上記基部電極から上記第2電極を分離することを特徴とする、上記(9)又は(11)に記載の装置。

(14) RF配分回路をさらに有し、上記基部および第2の電極に異なる量のRF電力を配分することを特徴とする、上記(10)又は(12)に記載の装置。

【0050】

【発明の効果】上述のように、本発明では、静電チャックの電極が、ウェーハ上のプラズマによって誘導された自己バイアス電位に関してバイアスされ、プロセス中におけるウェーハ電位の変動があっても、絶縁破壊に対する向上した抵抗が得られるようにしたものである。また、導電性の保護環を自己バイアス電位において介在させ、ウェーハとそのウェーハに最も近い電極との間に等電位領域を画定し、それにより、プロセス中のウェーハの背面と静電チャック本体の間に真空アークが形成されるのを抑制できるようにしたものである。以上の構成により、真空環境でDC電位の静電引力によりワークピースを保持する静電チャック装置を提供する。該装置の製造は、構成要素部品を機械加工し、次に陽極酸化して硬性の絶縁表面を形成し、その後、取付台に載せてアセンブリを行い、ウェーハを保持するクランプ平面を形成することにより行う。冷却ガスが縁からのみ供給され、クランプ平面とウェーハとの間のすきまの内部で拡散される。冷却ガスがクランプ平面とウェーハとの間の平均的な間隔によって画定されるインピーダンスを通して放射状に流れてガス圧が維持され、弾性シールを使用せずに、クランプ平面全体に均一なガス圧が供給される。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明によるチャックの拡大斜視図。

【図2】図1に示したチャックの1部分の断面図。

【図3】図1に示したチャックの1部分の詳細図。

【図4】図1に示したチャックのガス冷却機構部分の詳細断面図。

【図5】本発明の別の実施例の断面図。

【図6】本発明のまた別の実施例の断面図。

【図7】本発明のチャックのアセンブリのステップを示す。

【図8】RFがデカップリングされた別の実施例を示す。

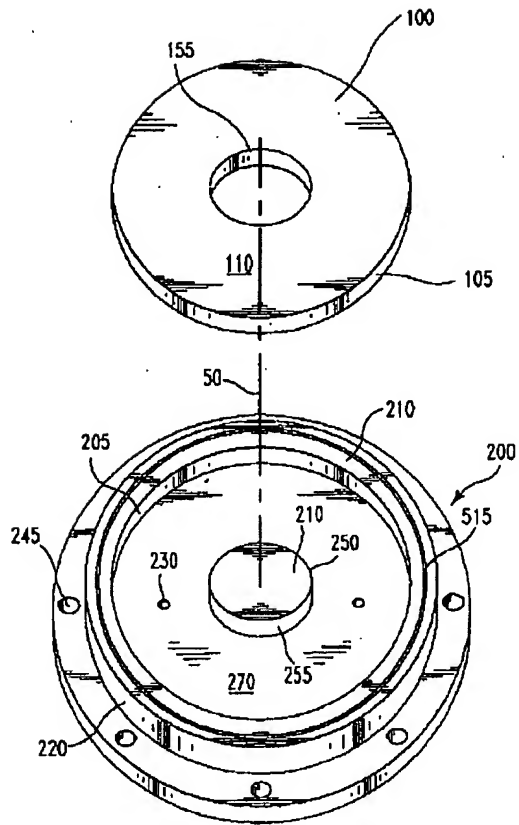
【図9】本発明で使用するデカップリング回路。

【図10】本発明で使用する電源の略回路図。

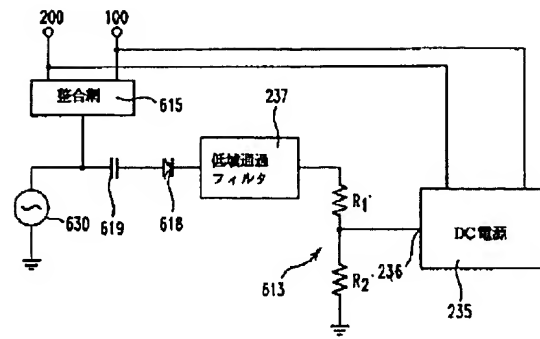
【図11】本発明で使用する電源をバイアスする方法を



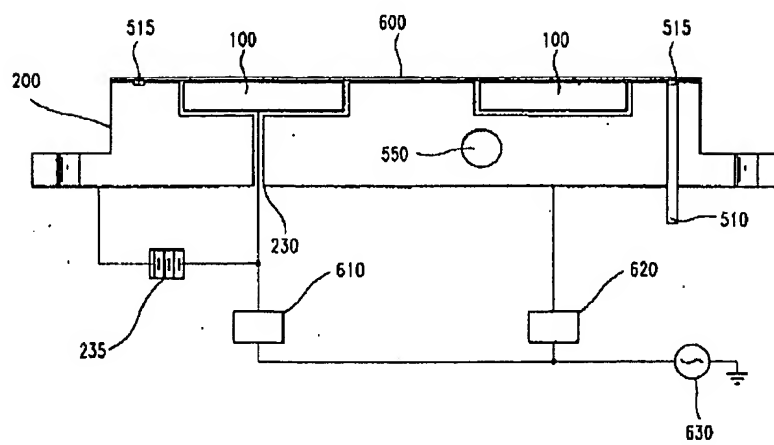
【図1】



【図11】



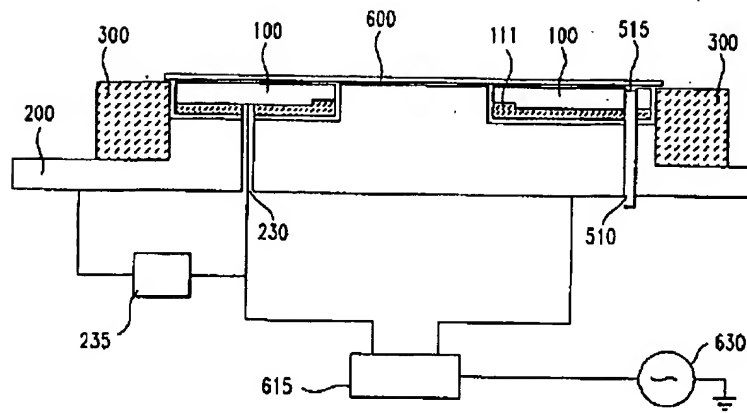
【図4】







【図8】



フロントページの続き

(72)発明者 ジョン・ハワード・ケラー  
 アメリカ合衆国12550ニューヨーク州ニュー  
 バーグ、オデル・サークル 28ビー  
 (72)発明者 ジョセフ・スキナー・ローガン  
 アメリカ合衆国02835ロードアイランド州  
 ジェームスタウン、シーサイド・ドライブ  
 149

(72)発明者 レイモンド・ロバート・ラッケル  
 アメリカ合衆国10524ニューヨーク州ギャ  
 リソン、インディアン・ブルック・ロード  
 (番地なし)  
 (72)発明者 ロバート・イーライ・トムキン  
 アメリカ合衆国12569ニューヨーク州ブレ  
 ザントバレー、 ホワイトフォード・ドラ  
 イブ 243  
 (72)発明者 ロバート・ピーター・ウェストフィール  
 ド、ジュニア  
 アメリカ合衆国12549ニューヨーク州モン  
 ゴメリー、ワシントン・アベニュー 90